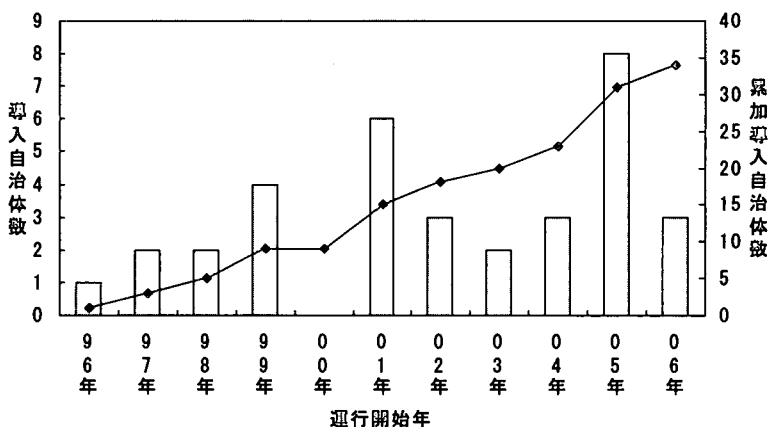


千葉県のコミュニティバスの動向と 効率性に関する研究

小山 茂・谷口滋一・轟 朝幸

1. はじめに

近年のコミュニティバスの導入は、2002年2月に実施された乗合バス事業の規制緩和の影響もあり、急激に増加してきた（図－1参照）。新たにコミュニティバスの導入をはかる自治体は、先行してコミュニティバスを導入した自治体を参考にするなどして、導入の成功を目指している。また、コミュニティバスを継続して運行している自治体でも、維持存続のために様々な施策がとられている。



図－1 千葉県内のコミュニティバス導入状況の変遷

しかしながら、コミュニティバスの経営自体は、公共交通の確保や福祉目的の意味合いが強く¹⁾、必ずしも成功する環境に導入されることは多くない。

そのため、コミュニティバス維持のための施策は、導入目的や状況により変えていくことは必然であり、各導入自治体にあったよりよい

施策は変わってくる。そこで、導入自治体の取り組みがどのように変化してきたかをまとめ、各自治体にとってどのような施策がよりよいものであるかを判断し、各自治体にあった施策の提案を行う必要がある。

そこで本論文では、コミュニティバスを導入している千葉県内の自治体を対象として、2001年と2006年に動向を調査し、分析を行う。そのことにより、コミュニティバスを運行する自治体の導入目的の変化、また自治体がとる利用促進策の変化を明らかにし、コミュニティバスを維持するための効果的な施策について検討を行う。

さらに、コミュニティバスの維持には、コミュニティバスの運行が効率的に行われているかどうかも重要な点である。そこで、自治体側、利用者側の観点から包絡分析法（以下、DEA分析）を用いて分析することにより、運行に関して改善の余地があるのか、またそれはどのようにすれば改善できるものなのかを判断する目安となる指標を示す。

2. コミュニティバスの導入状況の調査

コミュニティバスの概念としては、「公共交通が空白または不便な住宅地区などで、高齢者や体の不自由な方にも安全で利用しやすく、地域住民の多様なニーズにきめ細やかに対応する地域密着型バスシステムのこと²⁾」、「コミュニティバスは、既存のバスサービスだけではカバーしきれないニーズに対応する乗合バスである。このため、そのサービス内容は必ずしもこれまでの乗合バスの考え方によらず、利用者の利便性を最大限考慮し、かつ多様化する需要に対応する新たなバスシステムである。同時に、福祉サービス、環境に与える影響の軽減を視野に入れたバスシステムである³⁾」とされており、また各自治体で様々な新しい取り組みが行われているため、コミュニティバスといっても様々な形態があることになる。

そこで、本論文ではコミュニティバスを「需要が小さいため既存の

事業者がバスを運行しない地域のモビリティの確保、もしくはモビリティに関する多様なニーズを取り入れて市町村が主体的に計画に関わり、支援を行って新規に運行されるバスサービス」と定義する。

(1) コミュニティバス導入調査

筆者らは、千葉県におけるコミュニティバスの導入状況を把握するため、2001年11月に千葉県内の各自治体に対してアンケート調査を行った¹⁾。その後、2002年2月に乗合バス事業の規制緩和が実施されたこともあり、2006年10月に改めて千葉県内の自治体に対して、アンケート調査を行った。

調査方法は、各自治体にアンケート用紙を郵送し、回答の回収は、郵送、FAX または E-mail によるものとした。

調査項目は主に①導入状況、②運行開始年月日、③路線名・愛称、④起・終点、⑤運行日、⑥路線長・数、⑦バス停数、⑧所要時間、⑨便数、⑩運賃、⑪使用車両・台数、⑫適用法律条項、⑬運行委託事業者、⑭利用者数、⑮運行経費などの15項目とした。

(2) コミュニティバス導入調査結果

アンケート調査結果にもとづく、コミュニティバス導入自治体の一覧を表-1に、また、2001年と2006年のコミュニティバス導入状況の比較を図-2に示す。

千葉県の自治体は、2001年には80自治体あったが、市町村合併により2006年には56自治体に減少した。一方、コミュニティバス導入自治体は30自治体から34自治体に増加し、全市町村に占める導入自治体の割合も38%から61%に増加した。総路線長も2001年の2,120.1kmから2006年の2,558.1kmとなり、20.7%増加した。

したがって、千葉県におけるコミュニティバスの導入が進んでいることがわかった。

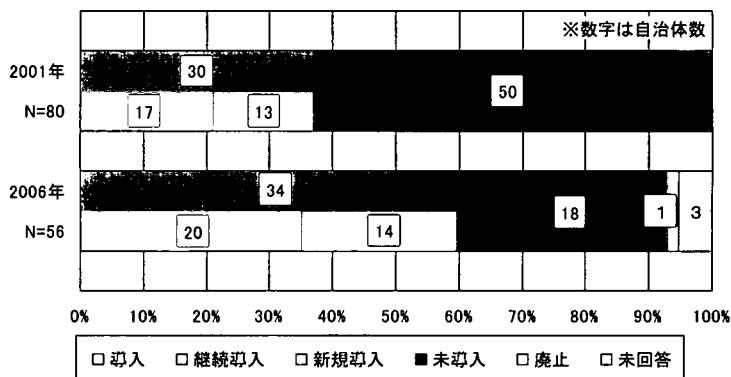
また、2001年調査以降に導入された14自治体を「新規導入自治体」、前回調査時すでに導入していた20自治体を「継続導入自治体」

表-1 コミュニティバス導入自治体一覧

	市町村	運行開始日	路線数	運賃	車両台数	模倣とする 法制度	運行方式	路線長 (km)	運行費用 (万円)
概 統	千葉市	1998年10月	1	均一制	1	21条	委託	17.0	1,300
		2005年09月	2	均一制	3			43.0	2,386
	習志市 (旧奥津町、旧山田町が合併)	1999年04月	3	均一制 無料	1	21条	委託	45.0	600
									266
	成田市 (旧下総町が合併)	2000年05月	1	均一制	2	80条	委託	40.0	438
		2001年05月	5	均一制	5	4条 21条		162.7	6,858
	東金市	2001年09月	1	均一制	1	4条	委託	30.0	858
								30.2	732
	匝瑳市 (旧八日市場市が合併)	1997年07月	5	均一制	4	21条	委託	171.1	3,782
			6		5			226.8	5,188
	旭市 (旧海上町、東庄町、千代町が合併)	2000年04月	2	その他	2	4条	委託	14.8	943
			8		8			208.6	2,259
	市原市	1999年04月	2	無料	1	対象外	委託	52.0	126
									98
	流山市	1994年10月	2	無料	2	21条	委託	52.0	1,460
		2005年11月	3	均一制	3	4条		18.8	2,105
	八千代市	1998年03月	4	均一制	4	21条	委託	91.4	6,400
								92.1	6,361
	我孫子市	1998年12月	1	均一制	1	21条	委託	10.0	966
		2006年01月	3	均一制	3	4条		42.0	2,801
	鎌ヶ谷市	2001年04月	4	均一制	2	4条	委託	60.2	3,000
			3		3			41.3	2,944
	四街道市	2001年03月	2	均一制	2	21条	委託	13.5	2,089
								28.9	2,422
	柏ヶ浦市	2000年05月	1	均一制	1	21条	委託	6.5	2,063
		2003年10月						28.6	1,126
	八街市	1999年10月	4	均一制	4	21条	委託	152.4	3,600
		1999年10月	5	均一制	5			214.2	6,050
	富里市 (旧富里町が合併)	2001年04月	6	均一制	3	21条	委託	73.0	1,200
			4		2			75.6	1,319
	印旛村	1997年07月	5	その他	5	21条	委託	103.0	4,588
			3		3			51.8	986
	印西市	1998年08月	3	均一制	3	21条	委託	121.0	3,432
								104.8	4,000
	栄町	1996年08月	2	均一制	2	21条	委託	46.8	2,750
								48.5	2,382
	山武市 (旧山武町、松尾町が合併)	2001年04月	1	均一制	2	42条	委託	31.5	4,230
		2004年05月	4	均一制	3	21条		106.3	2,591
	長柄町	2001年04月	1	均一制	2	21条	委託	48.0	1,510
新 規 導 入	市川市	2005年10月	5	その他	7	4条	委託	67.8	11,300
	野田市	2004年01月	4	均一制	7	21条	委託	82.6	4,500
	荏原市	2001年10月	2	均一制	4	21条	委託	94.9	1,700
	佐倉市	2003年12月	2	均一制	1	21条	委託	23.8	1,334
	勝浦市	2002年10月	4	均一制	4	4条	委託	68.0	915
	君津市	2005年10月	2	均一制	3	21条 80条	委託	31.7	4,266
	浦安市	2002年04月	1	均一制	5	21条	委託	6.0	9,800
	神崎町	2005年04月	3	均一制	1	21条	委託	56.0	500
	多古町	2006年07月	3	均一制	3	21条	委託	113.7	1,925
	横芝光町	2001年12月	2	均一制	4	21条	委託	80.0	3,800
	芝山町	2005年06月	1	均一制	1	21条	委託	19.6	1,500
	睦沢町	2001年09月	3	均一制	1	4条	委託	84.0	738
	長南町	2004年03月	4	均一制	2	4条	委託	76.0	1,500
	細南町	2002年01月	2	均一制	2	4条	委託	54.8	1,663
	柏市 (旧柏南町が合併)	1998年06月	3	無料	1	21条	直営	82.0	360

他の公共交通手段に変更

※継続導入自治体について、上段が2001年の結果、下段が2006年の結果



図ー２ コミュニティバス導入状況の比較

とした。

ルート選定については、一般に路線バスは、幹線道路を主とした採算性を見込めるルートを設定するのに対し、コミュニティバスは利用者の利便性を重視したルート設定が行われる。従って、従来の路線バスではカバーすることのできなかった、需要の少ない地域や道幅の狭い地域にルートを設定することが可能であり、ルート変更も容易にできる。調査結果でも継続導入自治体が経路変更や路線の追加・廃止など様々な施策を行っていることがわかった。

運賃方式については、表ー２に示すように千葉県のコミュニティバスは均一制を採用している自治体が多く、82%の28自治体が均一制であり、2001年調査では68%であったことから、均一制を採用する傾向が強まっている。また、無料は2自治体で、前回調査時の5自治体を下回った。市川市、旭市、印旛村の3自治体は路線により運賃方式が異なっていた。

また、コミュニティバスの運賃は基本的に制約がないため自由に設定できる特長を活かし、料金の変更が行われていることがわかった。

法律条項については、一般的に路線バスは道路運送法第4条の営業許可を取得して運行されているが、コミュニティバスは、2006年の

表ー２ コミュニティバス導入自治体の運賃設定

運賃方式	運賃	自治体数	
		実数	割合（％）
無料		2	5.9
均一制	100円	16	47.1
	150円	1	2.9
	200円	11	32.4
均一制合計		28	82.4
対*。制	初乗り100円	0	0.0
	初乗り150円	0	0.0
	初乗り200円	1	2.9
対*。制合計		1	2.9
路線により異なる		3	8.8
総計		34	100.0

道路運送法改正までは道路運送法第4条の他に同法21条、80条（以下4条、21条、80条とする）の許可で運行していた⁴⁾。また、一般路線バスが独立採算制を原則とし補助を受けていないのに対し、コミュニティバスは運行主体である自治体が補助を行っている。調査結果からは、コミュニティバスの運行に関わる道路運送法の3条項のうち、最も多く適用されているのが21条で25自治体、ついで4条の9自治体、そして80条の1自治体であった。ただし、成田市は4条と20条、君津市は21条と80条と、路線によって別々の条項を適用していた。

なお、2006年10月に道路運送法が改正され、第21条は災害などの一時的な輸送事業としたものに改められ、今まで第21条で運行していたバスは第4条の一般旅客自動車運送事業の許可に移行した。また、第80条で運行のバスは第78条、もしくは第79条に移行し、許可制から登録制への変更となっている。

(3) まとめ

アンケート結果をもとに、千葉県のコミュニティバスの特徴を以下にまとめる。

- ①運賃方式：82%の自治体が均一制である
- ②使用車両：小型あるいは中型の車両を使用する自治体が多い

③適用法律条項：道路運送法第 21 条を適用している自治体が多い

④運行方式：全ての自治体が民間会社に委託している

以上の特徴は 2001 年調査時の際も同様であり、2001 年以降大きな変化はみられなかった。これらの特徴は、適用法律条項を除き関東地方の他都県（茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、東京都、神奈川県）のコミュニティバスと同様の状況¹⁾である。

適用法律条項についてみると、千葉県は第 21 条を適用している自治体が多い。他県では第 4 条や 80 条を適用している自治体も多く、1 つの条項に偏る傾向はみられない。したがって、こちらも 2001 年調査時と同様に、第 21 条を適用している自治体が多い状況は、千葉県のコミュニティバスの大きな特徴といえる。

3. コミュニティバスの類型化

アンケート調査結果より、コミュニティバスの導入要因としては、さまざまな状況を考慮して決定されており、千葉県内の自治体を同一にして分析することは難しい。

そのため、主成分分析を行うことにより、コミュニティバスの総合的な指標を作成することとした。

また、クラスター分析を行うことにより、コミュニティバスの類型化を行うこととした。

さらに、2001 年と 2006 年では、類型化を行ったグループでどのような違いがあるのか比較した。

(1) 主成分分析

コミュニティバスを導入している自治体について、2001 年と 2006 年のデータをもとにして主成分分析を行った。主成分分析に用いたデータは、人口密度（人／km²）⁵⁾、路線長(km)、1 便あたり利用者数（人／便）、1 日あたり便数（便）、1 km あたり運行経費（万円／km）、年間運行経費（万円）とした。

主成分分析の結果を表－3、4および図－3に示す。主成分1の寄与率は43.71%、主成分2の寄与率は26.86%、主成分3の寄与率は13.65%となった。主成分3までの累積寄与率は84.22%であることから、主成分の数を3つとすることにした。

表－3 主成分分析結果（固有値）

主成分No.	固有値	寄与率(%)	累積(%)
1	2.62	43.71	43.71
2	1.61	26.86	70.57
3	0.82	13.65	84.22

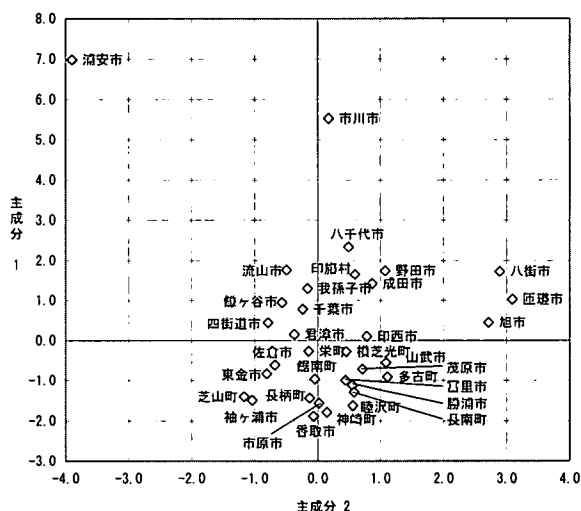
表－4 主成分分析結果（固有値ベクトル）

項目	主成分1	主成分2	主成分3
人口密度（人/km）	0.4919	-0.2853	-0.0345
路線長（km）	0.1120	0.7007	-0.2611
1便あたり利用者数（人/便）	0.4437	0.0643	-0.7054
1日あたり便数（便）	0.4833	0.1111	0.5979
1kmあたり運行経費（万円/km）	0.1706	-0.6209	-0.1949
年間運行経費（万円）	0.5347	0.1600	0.1936

主成分1はコミュニティバスの総合的な充実度を示しており、人口密度が高く、1便あたりの利用者数が多く、また便数を多くすることができるコミュニティバスの運行が成功するための総合的な要素をあらわしている。主成分2は路線長が長く、年間の運行経費も多くとることができる経済的な余力をあらわしている。主成分3は経費とサービスの関係をあらわしている。

主成分1の得点では、浦安市が6.98でもっともよい数値を示した。ついで、市川市が5.23で続いていて、この2市が突出している結果となった。

主成分2の得点では、匝瑳市が3.09、八街市が2.89、旭市が2.71となり、この3市が抜け出ている。この3市は、経済的な余力があると思われ、使っている費用に対して、効率的な運行ができていないと考えられる。



図－3 主成分分析結果（主成分得点）

(2) クラスター分析

コミュニティバス導入自治体の類型化を行うため、クラスター分析を行った。使用したデータは、主成分分析と同様のものである。その結果、グループごとのサンプル数が、29、15、10、8件の4グループに分類することができた。クラスター分析の結果を表－5～7に示す。

それぞれのグループの特色としては、グループごとに分析に用いたデータの平均をとって（表－6参照）検討した結果、人口密度と年間運行経費で分類することとした。グループⅠは、人口密度が低く、年間経費も少ないためサービスの高い運行が難しいグループ、Ⅱは、人口密度は低いが、年間経費が多いためサービスの高い運行ができるグループ、Ⅲは、人口密度は高いが、年間経費が少ないためサービスの高い運行が難しいグループ、Ⅳは、人口密度が高く、年間経費が多いためサービスの高い運行ができるグループとした。

また、各導入自治体の2001年と2006年の分析結果を比較すると、アンケート結果では様々な利用促進策が行われていたが、グループが

変わるまでの影響を与えたのは、運行経費を増やすことができた八街市と印旛村（共にグループⅡからⅣへ移動）だけであった。また、旭市と成田市は、市町村合併により、グループⅠからそれぞれⅡとⅣへ移動することとなった。

表－5 クラスター分析の結果とグループの特色

グループNo.	件数	比率	グループの特色
グループⅠ	29	46.77%	人口密度が低く、年間経費も少ないためサービスの高い運行が難しい
グループⅡ	15	24.19%	人口密度は低い、年間経費が多いためサービスの高い運行ができる
グループⅢ	10	16.13%	人口密度は高い、年間経費が少ないためサービスの高い運行が難しい
グループⅣ	8	12.90%	人口密度が高く、年間経費が多いためサービスの高い運行ができる

表－6 グループの平均値

グループNo.	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
人口密度 (人/km ²)	502	632	3601	3427
路線長 (km)	50	108	33	96
1便あたり 利用者数 (人/便)	5	9	8	11
1日あたり 便数 (便)	10	28	27	48
1kmあたり 運行経費 (万円/km)	3	2	5	6
年間運行 経費 (万円)	949	3594	2147	15541

表－7 クラスター分析結果（2001年と2006年の比較）

		2006			
		グループⅠ	グループⅡ	グループⅢ	グループⅣ
2001	グループⅠ	市原市 香取市 袖ヶ浦市 東金市 富里市 長柄町 茂原市	旭市	なし	成田市
	グループⅡ	なし	印西市 栄町 匝瑳市 山武市	なし	印旛村 八街市
	グループⅢ	なし	なし	我孫子市 鎌ヶ谷市 千葉市 流山市 四街道市	なし
	グループⅣ	なし	なし	なし	八千代市
		グループⅠ	グループⅡ	グループⅢ	グループⅣ
新規導入		勝浦市 佐倉市 神崎町 鋸南町 芝山町 多古町 長南町 睦沢町	君津市 野田市 横芝光町	なし	市川市 浦安市

※富里町→富里市、八日市場市→匝瑳市、下総町→成田市、海上町→旭市、松尾町→山武市、栗源町→香取市として作成。

※白井市、いすみ市（旧夷隅町、旧大原町）、南房総市（旧富浦町、旧富山町、旧丸山町）は、回答なし。

※柏市（旧沼南町）は、他の公共交通手段へ変更。

（3）まとめ

主成分分析では、各自治体のコミュニティバス運行のための総合的な指標を示すことができた。また、コミュニティバス運行における各自治体の相対的な位置づけができた。

また、クラスター分析では、各自治体を4つのグループに分類することができた。その結果、グループⅢに属している自治体では、経費をかけてサービスの高い運行を行うことができれば、利用者が増加す

る可能性があることがわかった。

4. コミュニティバスの効率的な運行に関する分析

コミュニティバスの類型化を行いグループごとの特色を分析したが、アンケート調査では、自治体には、高頻度運行、運行時間帯拡大など、質の高いサービスを求めている住民の声が多く寄せられていることもわかった。

そこで、自治体側からみた効率的な運行と利用者側からみた効率的な運行が、きちんと行われているかを判断する必要がある。そのため、包絡分析法（DEA 分析）をもちいて分析を行った。

DEA 分析とは、事業体において入力から出力を得る変換過程をみて、その変換過程の効率性を測定するための手法である。効率値が 1.000 で示される事業体が最も効率的であり、小さくなるほど効率が劣ることになる。この手法による利点は 3 つあり、①優れた事業体が明示され、それを基準として非効率的な事業体の改善案を提言できる、②入力・出力項目数を複数設定しても、効率値を計測することが可能である、③入出力項目において単位を揃えなくても良い、といったことがあげられる。

本研究では、各自治体の路線の特色に重点を置いた分析を行うため DEA 分析の CCR モデルを利用する⁶⁾。このモデルの特徴は規模に関して収穫が一定であり、各意思決定主体（以下、DMU）が持つ特色を踏まえ、それぞれの DMU が有利となるように入力・出力値に重み付けがなされる点である。

(1) DEA 分析

分析対象は、2006 年の調査で回答の得られた 34 自治体のうち、分析に用いるデータが揃っていた 28 自治体とした。DEA 分析に用いる入力・出力項目を表-8 に示す。

自治体側からの視点を運営効率とし、「少ない費用」で「より多く

の利用とサービスの提供」という観点から年間の支出額を入力値とし、総運行路線長と乗車密度を出力値とする。それによりどれだけ効率良くサービスを提供できているかを分析する。

一方、利用者側からの視点を利用効率とし、「安い運賃」で「多くのサービスを利用できる」という観点から、乗車運賃を入力値とし、年間運行便数とバス停密度を出力値とする。それにより利用者側の利便性を分析する。

表－８ DEA 分析に用いる入出力項目

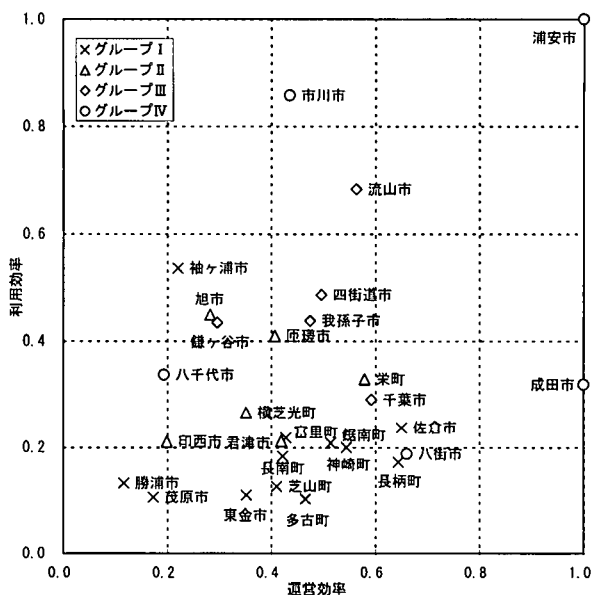
効率名	入力項目	出力項目	効率値の意味
運営効率	年間支出額 (千円／年度)	総運行路線長 (千km／年度) 乗車密度 (人／km・日)	費用をかけてどれだけ効率良くバスを運行させ、乗車人員を収得しているか
利用効率	乗車運賃 (円)	年間運行便数 (便／年度) バス停密度 (箇所／km)	より安い運賃でどれだけ多くの便数、バス停が利用できるか

運営効率と利用効率を総合的に判断するため、それぞれの数値を散布図にしたものを図－４に示す。散布図の右上に位置するほど自治体側と利用者側の両者からみて総合的に効率的な自治体であり、左下に位置するほど非効率的な自治体である。

(2) 自治体側の視点からの運営効率

運営効率値で1.000を示した自治体は浦安市、成田市である。浦安市は運行費用が104,678千円／年と高いものの、利用者数が590千人／年と多く、それに伴い乗車収入が58,546千円／年と多い。成田市は運行費用が55,647千円／年に対して運行コースが6コースと最も多く、なおかつ総運行路線長が595,866km／年と長いため効率が良いと考えられる。

最も効率の良い浦安市と1日の運行便数が同じ80本程度であることや、年間運行日数が365日、路線長も同程度である流山市、市川市の効率値はそれぞれ0.563、0.435であった。その理由として、運行費用は流山市54,677千円／年、市川市91,020千円／年と浦安市よりも



低く抑えられているが、それ以上に1便あたりの乗客数が10人前後と浦安市の半分から3分の1程度であるため、乗車密度が低く、効率値に差がついたためと考えられる。

八千代市は浦安市と比較して同程度の利用者数のコースもあるが、1日の運行便数が24便、年間運行日数が260日と少なく、さらに運行費用が66,378千円／年と多くかかっていることから効率値が低い値となった。

(3) 利用者側の視点からの利用効率

浦安市は利用効率値でも 1.000 を示した。乗車運賃が 100 円と低額でありながら、運行便数は 80 便／日と多い上に、きめ細やかな停留所の配置により、バス停密度は 4.83 停数／km と県内で最も高いため利便性が高く、効率がよくなったと考えられる。次に効率値の高い自治体は市川市、流山市であった。その理由として乗車運賃が 100 円

または150円と低額であり、なおかつ年間運行便数が29,000便以上と県内の年間平均便数(8,874便)を大幅に上回る運行のため、効率値が高くなったと考えられる。

(4) 運営効率と利用効率の総合的評価

3章で分類したグループⅣに属する自治体が図-4右上に固まり、効率的な運行ができていることがわかった。また、グループⅠに属する自治体が図-4左下に固まり、相対的に効率的な運行ができていないことがわかった。

グループⅡ、Ⅲについては、グループⅠとグループⅣとの間に分布する結果となり、若干ではあるがグループⅢの方が左上に分布する結果となった。

また、千葉県内で最適な運行をしているのは浦安市となった。しかしながら、これは特殊な例とも考えられるため、同じグループ内でより図-4右上に位置している自治体を参考にして、利用促進策を導入するべきと考えられる。

また、グループⅠ、Ⅱに属する自治体は、コミュニティバスの効率的な運行をはかることが難しいと考えられるため、より運行効率のよい乗合タクシーなどの新たな公共交通サービスを選択する必要があると考えられる。

5. おわりに

本論文では、コミュニティバスを導入している千葉県内の自治体を対象として、2001年と2006年に動向調査し、比較分析を行った。主成分分析では、コミュニティバス運行のための総合的な指標を示すことができ、各自治体の相対的な位置づけができた。

また、クラスター分析では、各自治体を4つのグループに分類することができた。その結果、グループⅢに属している自治体では、経費をかけてサービスの高い運行を行うことができれば、利用者が増加す

る可能性があることがわかった。

DEA 分析では、各自治体の効率性を定量的に表すことができ、各自治体の効率性と所属するグループにあわせた施策の方向性を示した。

参考文献

- 1) 小山茂・榛澤芳雄・金山拓郎：コミュニティバスの動向に関する一考察，土木計画学研究・講演集 No.24，CD-ROM No.44，2001.
- 2) 国土交通省：コミュニティバス HP
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01transit/communitybus.html>
2009 年 2 月.
- 3) 国土交通省関東運輸局：導入マニュアル，2000 年 3 月.
- 4) 電子政府利用支援センター：法令データ提供システム，<http://law.e-gov.go.jp/>，2009 年 2 月.
- 5) 千葉県総合企画部統計課：千葉県統計年鑑平成 18 年，千葉県総合企画部企画課，2007 年 3 月.
- 6) 刀根薫：経営効率性の測定と改善 - 包絡分析法 DEA による -，日科技連，pp.1-2，pp.15-18，1993 年.
- 7) 東本靖史・岸邦宏・佐藤馨一：包絡分析法を用いたバス路線の総合効率性評価に関する研究，都市計画論文集 No.40-3，pp.379-384，2005 年.